

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-27167

(43)公開日 平成5年(1993)2月5日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G02B 15/16

8106-2K

13/18

8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全14頁)

(21)出願番号 特願平3-182752
(22)出願日 平成3年(1991)7月24日

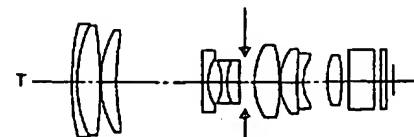
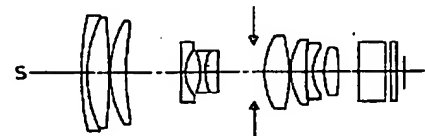
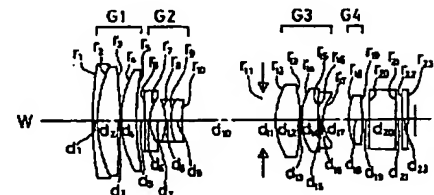
(71)出願人 000000376
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(72)発明者 鶴澤 勉
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内
(72)発明者 石井敦次郎
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内
(74)代理人 弁理士 荏澤 弘 (外7名)

(54)【発明の名称】ズームレンズ

(57)【要約】

【目的】 1/3インチ、1/4インチサイズ撮像素子に好適なレンズであって、8倍程度の変倍比を持ち、かつ、小型で構成枚数の少ないズームレンズ。

【構成】 正の第1群G1、負の変倍時に可動の第2群G2の2つの群からなる変倍系と、正の第3群G3、正の変倍時及び焦点調節のために可動の第4群G4の2つの群からなる結像系とから構成され、第3群は、物体側の面が凸面である正レンズ2枚と1枚の負レンズとで構成され、第4群は正レンズ1枚のみで構成され、第3群及び第4群のそれぞれのレンズ面の中、少なくとも1面が光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面であり、さらに、結像系のコンジュゲートを短く、かつ変倍系と機械的干渉を起こさないようにする条件を4つ備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時に可動の第2群の2つの群からなる変倍系と、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有し変倍時及び焦点調節のために可動の第4群の2つの群からなる結像系とから構成され、前記第3群は、物体側から、物体側の面が凸面である正レンズ2枚と1枚の負レンズとで構成され、かつ、第3群のレンズ面の中、少なくとも1面が光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面であり、前記第4群は正レンズ1枚のみで構成され、第4群のレンズ面の中、少なくとも1面が光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面であり、さらに、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ：

$$(1) \quad 0.9 < f_1 / (f_v \cdot f_r)^{1/4} < 1.3$$

$$(2) \quad 0.5 < |f_{11}| / f_1 < 0.9$$

$$(3) \quad -0.1 < \beta_{11} < 0.3$$

$$(4) \quad 0.7 < \beta_{11} / \beta_{1v} < 1.5$$

ただし、 f_v 、 f_r はそれぞれ広角端、望遠端の全系の焦点距離、

f_1 は第3群の合成焦点距離、

f_{11} は第3群の負レンズの焦点距離、

β_{11} は全系の焦点距離が $(f_v \cdot f_r)^{1/4}$ 、無限遠物点合焦時の第4群の倍率、

β_{1v} 、 β_{1r} はそれぞれ全系の焦点距離が f_v 、 f_r での無限遠物点合焦時の第4群の倍率、である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、4群構成でリアフォーカスを用いた全長の短い大口径比、高変倍のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラの小型化、低コスト化が急速に進んでいる。ビデオカメラの撮像部においては、撮像素子（デバイス）が2/3インチ、1/2インチサイズから1/3インチ、1/4インチサイズへと小型化が進んでいる。これに合わせてビデオカメラ用のズームレンズに関しても、1/3インチ、1/4インチ用のレンズとして好適な小型で低コストなものが望まれている。

【0003】従来、ビデオカメラ用の6倍以上の高変倍比をもつズームレンズは、物体側から正、負、負、正の4群構成で、第2群で変倍を行い第3群が像位置の補正を行うものが最も多かった。しかし、最近、この第3群を省略し、また、第4群を前群と後群に分けて、その中の何れかに像位置の補正作用及びフォーカシング作用を持たせた新しいズーム（変倍）タイプのレンズが提案されている。このような従来例として、特開昭62-24213号、特開昭62-178917号、特開昭62-206516号、特開昭62-215225号、特開平

2-53017号、特開平2-39011号公報に記載されているものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例は、2/3インチ、1/2インチサイズの撮像素子用に設計されたものである。実際のレンズは、光学的有効径以外に、レンズの心取り代（心取りのための余裕量）や鏡枠に入れた時の枠のおさえ代を確保する必要がある。そのため、レンズのフチ肉は、光学的有効径プラス約2mmの直径で0.5mm程度必要である。上記従来例を1/3インチ、1/4インチサイズに適用すると、確保すべきフチ肉が0.5mm以下か、さらにマイナスの値となり、製作が極めて困難か、あるいは不可能となっている。

【0005】また、特開昭62-206516号、特開昭62-215225号公報に記載されているものは、変倍比が3倍程度である。

【0006】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、1/3インチ、1/4インチサイズ撮像素子に好適なレンズであって、8倍程度の変倍比を持ち、かつ、小型で構成枚数の少ないズームレンズを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時に可動の第2群の2つの群からなる変倍系と、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有し変倍時及び焦点調節のために可動の第4群の2つの群からなる結像系とから構成され、前記第3群は、物体側から、物体側の面が凸面である正レンズ2枚と1枚の負レンズとで構成され、かつ、第3群のレンズ面の中、少なくとも1面が光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面であり、前記第4群は正レンズ1枚のみで構成され、第4群のレンズ面の中、少なくとも1面が光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面であり、さらに、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

【0008】

$$(1) \quad 0.9 < f_1 / (f_v \cdot f_r)^{1/4} < 1.3$$

$$(2) \quad 0.5 < |f_{11}| / f_1 < 0.9$$

$$(3) \quad -0.1 < \beta_{11} < 0.3$$

$$(4) \quad 0.7 < \beta_{11} / \beta_{1v} < 1.5$$

ただし、 f_v 、 f_r はそれぞれ広角端、望遠端の全系の焦点距離、 f_1 は第3群の合成焦点距離、 f_{11} は第3群の負レンズの焦点距離、 β_{11} は全系の焦点距離が $(f_v \cdot f_r)^{1/4}$ 、無限遠物点合焦時の第4群の倍率、 β_{1v} 、 β_{1r} はそれぞれ全系の焦点距離が f_v 、 f_r での無限遠物点合焦時の第4群の倍率、である。

【0009】

【作用】以下、本発明の構成を採用した理由を作用と共

に説明する。1/3インチ、1/4インチサイズの撮像素子の光学系においては、確保すべきフチ肉や中肉（レンズ中心厚）の絶対量は2/3インチ、1/2インチ用と同じなので、レンズ全長等光学系の大きさに与える影響は相対的に大きくなり、このことは撮像素子が小型になるほど顕著である。

【0010】そのため、1/3インチ、1/4インチサイズの撮像素子の光学系として、従来のものをただ単にレンズの曲率半径に対してレンズの中肉厚を大きく設定しただけでは、撮像素子の小型化に対して光学系の小型化はあまり進まず、撮像素子を小型にしたメリットが薄れてしまう。特に、レンズの構成枚数が多いほど小型化は困難となる。

【0011】本発明のようなレンズの場合、小型化、低コスト化のためには、効果の少ないレンズを極力排除して必要最少限のレンズ枚数で構成することが望ましい。

【0012】そのためには、第3群と第4群とからなる結像系の構成に最も工夫を要する。したがって、本発明においては上記のような構成を採用することにした。

【0013】すなわち、レンズ系を小型にするためには、第3群に充分な屈折力を与え、かつ、第3群の主点をできるだけ物体側へ配置することが重要である。主点をできるだけ物体側へ配置するために、第3群において、物体側から順に物体側に凸面を持つ正レンズ2枚を配置し、その最も像側には負レンズを配置している。

【0014】また、色収差を良好に補正するためには、結像系の中に少なくとも1枚の負レンズを用いる必要がある。本発明では、第3群中の最も像側に配置した負レンズにより、軸上色収差と倍率色収差とを同時に補正している。

【0015】第3群を以上のように構成すると、特に球面収差が補正不足となる。第3群中に光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面を導入することで、小型化とこの収差の補正を両立させるようにすることができる。

【0016】さらに、第4群中に光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなる非球面を導入することで、結像系のコマ収差、非点収差の補正が可能となり、第4群を正レンズ1枚で構成することができる。

【0017】また、条件式(1)～(4)はレンズ構成をさらに数値的に規定したものであり、レンズの小型化のためのものである。

【0018】

$$(1) \quad 0.9 < f_1 / (f_1 \cdot f_2)^{1/2} < 1.3$$

$$(2) \quad 0.5 < |f_{1,1}| / f_1 < 0.9$$

$$(3) \quad -0.1 < \beta_{1,1} < 0.3$$

$$(4) \quad 0.7 < \beta_{1,1} / \beta_{1,2} < 1.5$$

上記条件式(1)は、第3群の焦点距離を規定するものであり、その上限を超えると、結像系のコンジュゲートが長くなり、本発明の目的にそぐわないものとなり、一

方、下限を超えると、第2群と第3群が機械的に干渉しやすくなり、好ましくない。

【0019】条件式(2)は、第3群における負レンズの屈折力を規定したものであり、負レンズに強い屈折力を持たせることで、第3群の主点位置を物体側へ位置させて第2群との機械的干渉を回避し、かつ、全長の小型化が可能となる。条件式(2)の上限を超えると、第2群と第3群との機械的干渉が発生しやすく、ズーム比を高くとることができなくなる。一方、その下限を超えると、非球面を導入したとしても、球面収差、コマ収差の補正が困難となる。

【0020】条件式(3)は、標準状態において、第4群の無限遠物点合焦時の倍率を規定するものであり、その下限を超えると、結像系の主点間隔が大きくなるので、全長が長くなりやすく、また、上限を超えると、第4群の合焦繰り出し量が多くなり、第3群との間隔を多く必要とするようになり、好ましくない。

【0021】ところで、無限遠物点時、広角側から望遠側へズーミングする際、第4群は、一旦物体側へ移動した後像側へ戻る軌跡をとることで、像位置を一定に保っている。このような軌跡を描くことで、第3群より像側のスペースを有効に利用でき、結像系を小型化することができる。

【0022】条件式(4)は、広角端と望遠端での第4群の結像倍率の比を規定したものである。条件的(4)の下限を超えると、広角側で第4群が像側へ接近し、また、上限を超えると、望遠側で第4群が像側へ接近し、光学的ローパスフィルター等の光学部材と機械的に干渉しやすくなる。機械的干渉を回避しようとする、バックフォーカスを長くする必要があり、レンズ全長が大きくなり、好ましくない。

【0023】以上の理由により、条件式(1)～(4)を満足する必要がある。

【0024】以上により、結像系のコンジュゲートを短く、かつ変倍系と機械的干渉を起こさないようにできるので、全長の短いズームレンズを得ることができる。

【0025】さらに、収差補正に有利なように、結像系に関する以下の条件式(5)～(7)を満足すると、なお好ましい。

$$(5) \quad -2 < SF_{1,1} < -0.8$$

$$(6) \quad 0.6 < SF_{1,1} < 1.8$$

$$(7) \quad -3.5 < SF_{1,1} / SF_{1,2} < 0$$

ただし、 $SF_{1,1}$ は第3群の物体側から2番目の正レンズのシェイプファクター $\{ \equiv (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) \}$ (r_1 は物体側、 r_2 は像側の面の曲率半径)、 $SF_{1,2}$ は第3群の負レンズのシェイプファクター、である。

【0026】条件式(5)、(6)は、それぞれ第3群の隣り合う正レンズと負レンズの形状を規定したものであり、また、条件式(7)はそれらのシェイプファクタ

10

20

30

40

50

一の比を規定したものである。

【0027】条件式(5)、(6)、(7)の下限を超えると、球面収差が補正過剰となり、メリジオナル像面が負側へ湾曲する。条件式(5)、(6)、(7)の上限を超えると、逆に、球面収差が補正不足となり、メリジオナル像面が正側へ湾曲し、好ましくない。

【0028】また、変倍系に関しても、全長を短くし、かつ、収差を良好に補正できる条件を与えておけば、より一層全長が短く、結像性能の良好な変倍レンズを得ることができる。

【0029】そのためには、第1群は、物体側から、1

$$(8) \quad 0.9 < f_1 / \{f_1 \cdot (f_1 \cdot f_1)^{1/4}\} < 1.4$$

ただし、 f_1 は第1群の合成焦点距離である。

【0032】条件式(8)は、第1群の焦点距離を規定したものである。その上限を超えると、変倍系の全長が長くなると共に、前玉径も大きくなり、一方、下限を超えると、望遠端付近での球面収差が補正不足となりやすい。

【0033】

【実施例】次に、本発明のズームレンズの実施例1~4について説明する。各実施例のレンズデータは後記するが、実施例1、3の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)におけるレンズ断面をそれぞれ図1、図2に示す。なお、実施例2のレンズ断面は実施例1のそれとほぼ同様であり、実施例4のレンズ断面は第3群G3の第2番目のレンズである正メニスカスレンズと第3番目のレンズである負メニスカスレンズが貼り合わせになっている点を除けば、実施例1のそれとほぼ同様であるので、何れも図示を省略する。

【0034】第1群G1については、実施例1、2、4は、物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの貼り合わせレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの合計3枚からなり、実施例3は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの貼り合わせレンズの合計2枚からなっている。第2群G2については、実施例1、2、4は、物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの貼り合わせレンズの計3枚からなり、実施例3は、両凹負レンズと、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの貼り合わせレンズの計3枚からなっている。第3群については、実施例1、2、4は、両凸正レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの3枚からなり(ただし、上記のように、実施例4においては、第2番目の正メニスカスレンズと第3番目の負メニ

$$x = y' / \{r + (r^2 - y'^2)^{1/2}\}$$

$$+ A_1 y'^2 + A_2 y'^4 + A_3 y'^6 + A_4 y'^8$$

ただし、 r は光軸上の曲率半径、 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 は非球面係数である。

枚の負メニスカスレンズと両凸の正レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの合計3枚で構成するのが好ましく、非球面を導入すれば、1枚の負メニスカスレンズと1枚の両凸正レンズの合計2枚で構成することも可能である。

【0030】また、第2群は、強い負の屈折力を持つために、2枚の負レンズと1枚の正レンズで構成するのが好ましい。

【0031】このように変倍系を構成した上で、以下の10 条件式(8)を満足すると、なお好ましい。

$$(f_1 \cdot f_1)^{1/4} \cdot (f_1 \cdot f_1)^{1/4} < 1.4$$

スカスレンズが貼り合わせになっている。)、実施例3は、両凸正レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凹負レンズの3枚からなっている。第4群G4は、何れの実施例においても、1枚の両凸正レンズからなっている。したがって、実施例1、2、4は合計10枚のレンズからなり、実施例3は合計9枚のレンズからなる。なお、各実施例において、第4群G4より像側に配置されているのは、フィルター等の光学部材である。

【0035】非球面については、実施例1、2、4においては、第3群G3の最も物体側の面、第4群G4の最も物体側の面の2面の用いており、実施例3においては、第1群G1の最も像側の面、第3群G3の最も物体側の面、第4群G4の最も物体側の面の3面の用いている。

【0036】絞りは、第3群G3の物体側へ配置している。このように配置すると、第3群G3内に配置するよりも、鏡枠の構成が簡素化しやすく、また、鏡枠の製作誤差による第3群G3内のレンズの相対偏心を小さく抑えやすい。

【0037】なお、実施例4は1/3インチサイズ用を想定したものであり、また、実施例1~3は1/4インチサイズ用を想定したものであるが、1/2インチサイズ撮像素子等他のサイズの撮像素子の光学系に適用することも可能であることは明らかである。

【0038】以下において、記号は、上記の外、 f は全系の焦点距離、 F_{11} はFナンバー、 ω は半画角、 r_1 、 $r_1 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 $d_1 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 n_{11} 、 $n_{11} \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 ν_{11} 、 $\nu_{11} \dots$ は各レンズのアッペ数である。また、非球面形状は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式にて表される。

【0039】

【0040】実施例1

$$f = 4.63 \sim 12.7 \sim 34.9$$

$$F_{11} = 1.40 \sim 1.54 \sim 2.30$$

$$\omega = 24.4 \sim 9.4 \sim 3.4^\circ$$

$r_1 = 41.6854$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_1 = 20.0094$	$d_1 = 3.5000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = -77.0254$	$d_1 = 0.1500$		
$r_1 = 15.6993$	$d_1 = 2.4000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = 49.7004$	$d_1 = (\text{可変})$		
$r_1 = 186.9901$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.69680$	$\nu_{11} = 55.52$
$r_1 = 5.4879$	$d_1 = 2.3418$		
$r_1 = -7.6328$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = 7.7427$	$d_1 = 1.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_{11} = 70.1358$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = \infty (\text{絞り})$	$d_{11} = 1.5000$		
$r_{11} = 8.3556 (\text{非球面})$	$d_{11} = 3.7000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -26.1579$	$d_{11} = 0.1500$		
$r_{11} = 8.0340$	$d_{11} = 2.5000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_{11} = 55.4888$	$d_{11} = 0.1400$		
$r_{11} = 84.9479$	$d_{11} = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_{11} = 5.9805$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = 8.6142 (\text{非球面})$	$d_{11} = 2.2000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -21.3236$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 4.0000$	$n_{11} = 1.51633$	$\nu_{11} = 64.15$
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.0000$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.7900$	$n_{11} = 1.48749$	$\nu_{11} = 70.20$
$r_{11} = \infty$			

ズーム間隔

f	4.63	12.7	34.9
d_s	1.100	8.212	13.025
d_{10}	12.925	5.814	1.000
d_{17}	3.903	1.849	3.903
d_{19}	1.000	3.053	1.000

第12面

$$A_1 = -0.29708 \times 10^{-1}$$

$$A_2 = -0.96225 \times 10^{-1}$$

$$30 \quad A_3 = -0.28575 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = 0$$

第18面

$$A_1 = -0.43387 \times 10^{-1}$$

$$A_2 = -0.10974 \times 10^{-1}$$

$$A_3 = 0.29774 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = 0$$

【0041】実施例2

非球面係数

$$f = 4.63 \sim 12.7 \sim 34.9$$

$$F_{11} = 1.40 \sim 1.55 \sim 2.31$$

$$\omega = 24.4 \sim 9.4 \sim 3.4^\circ$$

$r_1 = 39.7855$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_1 = 19.7060$	$d_1 = 3.5000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = -77.6727$	$d_1 = 0.1500$		
$r_1 = 14.9490$	$d_1 = 2.4000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = 44.5359$	$d_1 = (\text{可変})$		
$r_1 = 161.2246$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.69680$	$\nu_{11} = 55.52$
$r_1 = 5.3175$	$d_1 = 2.2157$		
$r_1 = -6.8922$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$

9

10

$r_1 = 7.8130$	$d_1 = 1.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_{11} = 103.0782$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = \infty (\text{絞り})$	$d_{11} = 1.5000$		
$r_{11} = 8.5218 (\text{非球面})$	$d_{11} = 3.7000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -22.9567$	$d_{11} = 0.1500$		
$r_{11} = 10.5737$	$d_{11} = 2.5000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_{11} = 412.1577$	$d_{11} = 0.1400$		
$r_{11} = 33.9090$	$d_{11} = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_{11} = 6.2415$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = 8.2930 (\text{非球面})$	$d_{11} = 2.2000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -30.7228$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 4.0000$	$n_{11} = 1.51633$	$\nu_{11} = 64.15$
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.0000$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.7900$	$n_{11} = 1.48749$	$\nu_{11} = 70.20$
$r_{11} = \infty$			

ズーム間隔

f	4.63	12.7	34.9
d_s	1.100	8.012	12.560
d_{10}	12.460	5.548	1.000
d_{17}	4.494	2.376	4.494
d_{19}	1.000	3.118	1.000

第12面

$$A_1 = -0.37946 \times 10^{-1}$$

$$A_2 = -0.66806 \times 10^{-1}$$

$$A_3 = -0.34238 \times 10^{-1}$$

$$20 \quad A_4 = 0$$

第18面

$$A_1 = -0.21235 \times 10^{-1}$$

$$A_2 = -0.17772 \times 10^{-1}$$

$$A_3 = 0.82441 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = 0$$

【0042】実施例3

非球面係数

$$f = 4.63 \sim 12.7 \sim 34.9$$

$$F_{11} = 1.40 \sim 1.48 \sim 2.18$$

$$\omega = 24.4 \sim 9.4 \sim 3.4^\circ$$

$r_1 = 15.9432$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_1 = 11.3113$	$d_1 = 5.7468$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_1 = -62.9131 (\text{非球面})$	$d_1 = (\text{可変})$		
$r_1 = -148.5652$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.69680$	$\nu_{11} = 55.52$
$r_1 = 6.6022$	$d_1 = 1.6717$		
$r_1 = -8.6546$	$d_1 = 0.8000$	$n_{11} = 1.60311$	$\nu_{11} = 60.70$
$r_1 = 7.9368$	$d_1 = 1.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_1 = 39.2330$	$d_1 = (\text{可変})$		
$r_1 = \infty (\text{絞り})$	$d_1 = 1.5000$		
$r_{11} = 8.0439 (\text{非球面})$	$d_{11} = 3.6000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -33.3988$	$d_{11} = 0.1500$		
$r_{11} = 8.6043$	$d_{11} = 1.9647$	$n_{11} = 1.58913$	$\nu_{11} = 61.18$
$r_{11} = 37.6452$	$d_{11} = 0.2494$		
$r_{11} = -293.4076$	$d_{11} = 0.8000$	$n_{11} = 1.84666$	$\nu_{11} = 23.78$
$r_{11} = 7.9697$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = 9.6081 (\text{非球面})$	$d_{11} = 2.4000$	$n_{11} = 1.59008$	$\nu_{11} = 61.20$
$r_{11} = -15.6067$	$d_{11} = (\text{可変})$		
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 4.0000$	$n_{11} = 1.51633$	$\nu_{11} = 64.15$
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 1.0000$		

11

12

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 0.7900$$

$$n_{11} = 1.48749 \quad \nu_{11} = 70.20$$

$$r_{11} = \infty$$

ズーム間隔

f	4.63	12.7	34.9
d_s	1.000	8.572	13.761
d_8	13.761	6.189	1.000
d_{15}	3.535	1.761	3.742
d_{17}	1.207	2.981	1.000

$$A_1 = -0.43556 \times 10^{-1}$$

$$A_{11} = 0$$

第 1 0 面

$$A_1 = -0.23994 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = -0.13012 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = -0.33662 \times 10^{-1}$$

$$A_{11} = 0$$

10 第 1 8 面

$$A_1 = -0.66718 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = -0.69577 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = 0.43999 \times 10^{-1}$$

$$A_{11} = 0$$

非球面係数

第 3 面

$$A_1 = 0.25784 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = -0.10511 \times 10^{-1}$$

【 0 0 4 3 】 実施例 4

$$f = 6.18 \sim 17.0 \sim 46.6$$

$$F_{11} = 1.23 \sim 1.35 \sim 2.04$$

$$\omega = 27.0 \sim 10.5 \sim 3.9^\circ$$

$$r_1 = 59.6520$$

$$d_1 = 1.2000$$

$$n_{11} = 1.84666 \quad \nu_{11} = 23.78$$

$$r_1 = 28.1378$$

$$d_1 = 5.1167$$

$$n_{11} = 1.60311 \quad \nu_{11} = 60.70$$

$$r_1 = -98.6623$$

$$d_1 = 0.1500$$

$$r_1 = 20.5493$$

$$d_1 = 3.4943$$

$$n_{11} = 1.60311 \quad \nu_{11} = 60.70$$

$$r_1 = 60.5275$$

$$d_1 = (\text{可変})$$

$$r_1 = 677.3485$$

$$d_1 = 0.7500$$

$$n_{11} = 1.69680 \quad \nu_{11} = 55.52$$

$$r_1 = 7.2795$$

$$d_1 = 3.2501$$

$$r_1 = -10.0987$$

$$d_1 = 0.6000$$

$$n_{11} = 1.48749 \quad \nu_{11} = 70.20$$

$$r_1 = 10.4579$$

$$d_1 = 2.1651$$

$$n_{11} = 1.80518 \quad \nu_{11} = 25.43$$

$$r_{11} = 54.2649$$

$$d_{11} = (\text{可変})$$

$$r_{11} = \infty (\text{絞り})$$

$$d_{11} = 1.5000$$

$$r_{11} = 11.6380 (\text{非球面})$$

$$d_{11} = 4.8254$$

$$n_{11} = 1.66524 \quad \nu_{11} = 55.10$$

$$r_{11} = -61.1179$$

$$d_{11} = 0.3000$$

$$r_{11} = 12.1328$$

$$d_{11} = 3.7831$$

$$n_{11} = 1.56873 \quad \nu_{11} = 63.16$$

$$r_{11} = 231.9990$$

$$d_{11} = 1.0000$$

$$n_{11} = 1.84666 \quad \nu_{11} = 23.78$$

$$r_{11} = 8.4636$$

$$d_{11} = (\text{可変})$$

$$r_{11} = 9.8654 (\text{非球面})$$

$$d_{11} = 3.6578$$

$$n_{11} = 1.58973 \quad \nu_{11} = 60.78$$

$$r_{11} = -28.2490$$

$$d_{11} = (\text{可変})$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 5.5000$$

$$n_{11} = 1.54771 \quad \nu_{11} = 62.83$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 1.2100$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 0.6000$$

$$n_{11} = 1.48749 \quad \nu_{11} = 70.20$$

$$r_{11} = \infty$$

ズーム間隔

f	6.18	17.0	46.6
d _s	1.000	10.843	17.536
d ₁₀	18.036	8.194	1.500
d ₁₆	4.890	2.641	5.889
d ₁₈	2.005	4.234	1.000

非球面係数

第12面

$$A_4 = -0.88077 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = -0.43861 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = 0.21447 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = -0.41615 \times 10^{-4}$$

第17面

$$A_4 = -0.22662 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = -0.16888 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = 0.24838 \times 10^{-4}$$

$$A_4 = -0.65561 \times 10^{-4}$$

【0044】以上の実施例1～4の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ図3～図6の収差図に示す。

【0045】また、各実施例の前記した条件式(1)～(8)の値を次の表に示す。

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	0.99	0.98	1.06	1.08
(2)	0.61	0.74	0.68	0.57
(3)	0.12	0.15	0.11	0.04
(4)	1.00	1.00	1.08	1.36
(5)	-1.34	-1.05	-1.59	-1.11
(6)	1.15	1.45	0.95	1.08
(7)	-1.17	-0.72	-1.63	-1.03
(8)	1.12	1.09	1.22	1.14

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、1/3インチ、1/4インチサイズ等の小型な撮像素子に好適で、8倍程度と高い変倍比を持ち、かつ、小型で構成枚数の少ないズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)におけるレンズ断面図である。

【図2】実施例3の図1と同様なレンズ断面図である。

【図3】実施例1の広角端(W)、標準状態(S)、望遠端(T)における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す収差図である。

【図4】実施例2の図3と同様な収差図である。

【図5】実施例3の図3と同様な収差図である。

【図6】実施例4の図3と同様な収差図である。

【符号の説明】

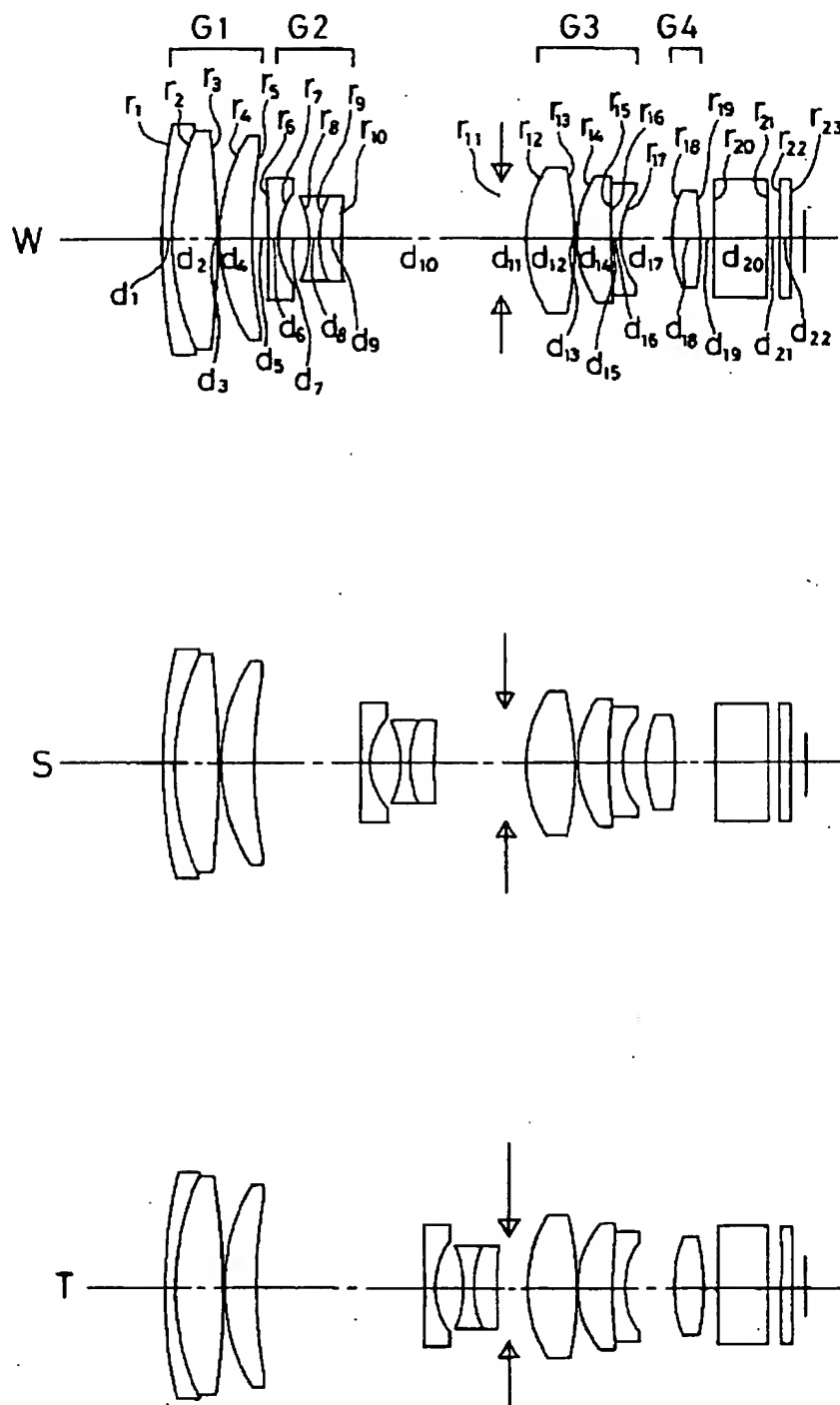
G1…第1群

G2…第2群

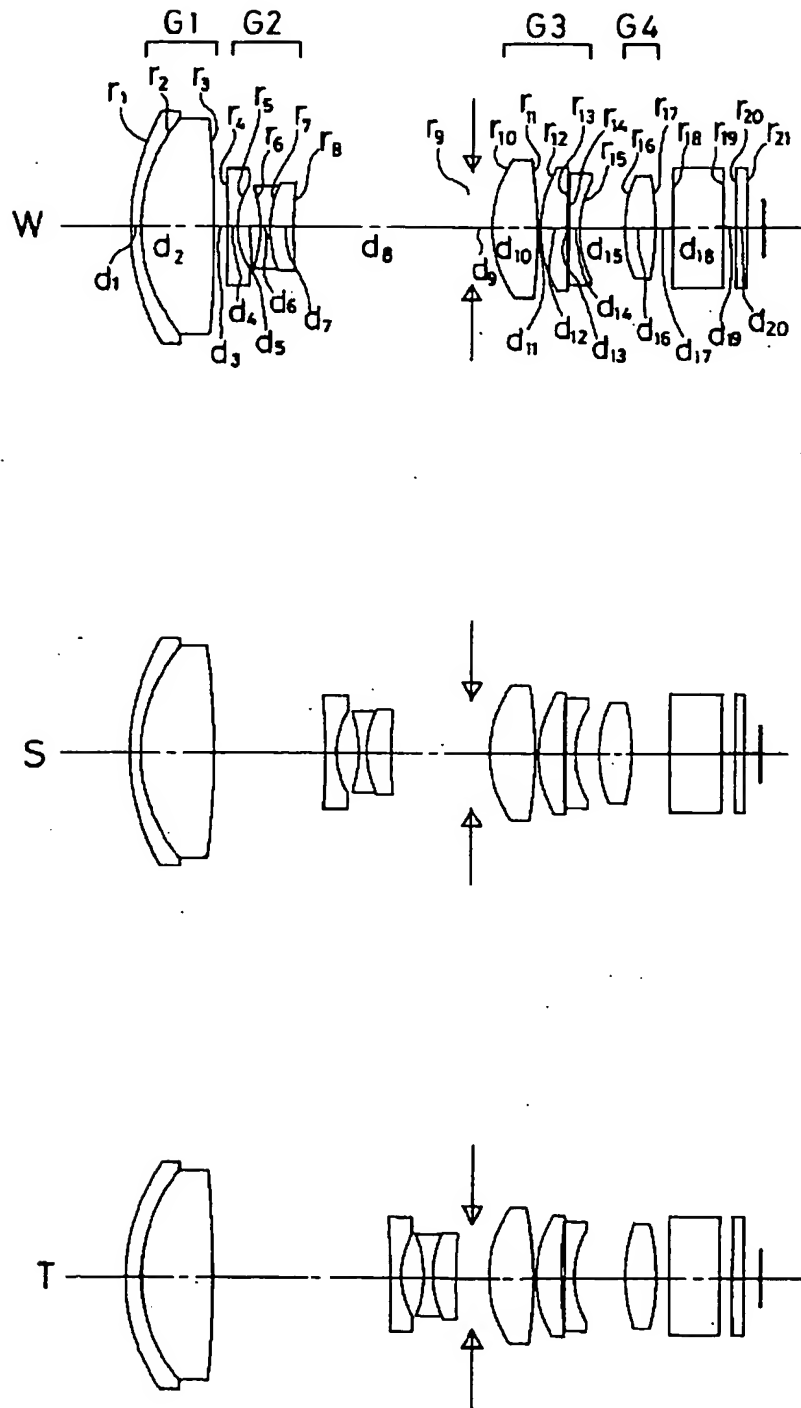
G3…第3群

G4…第4群

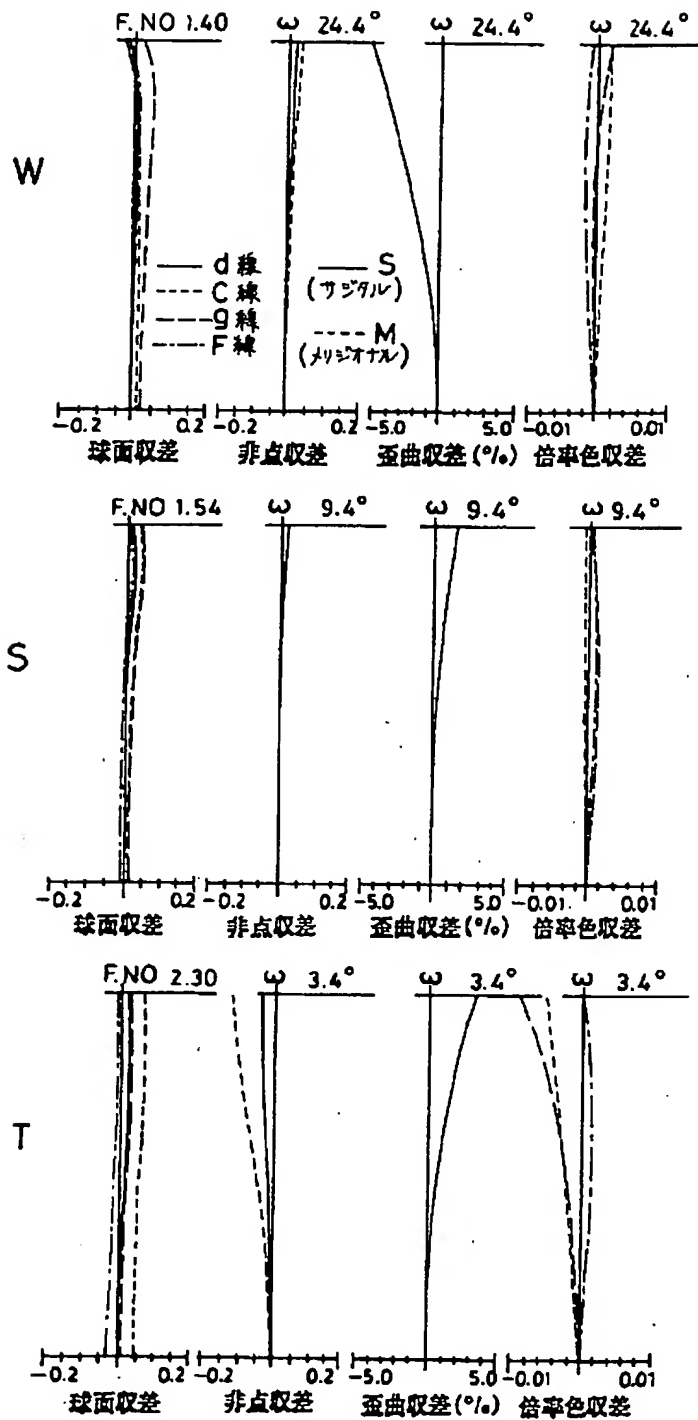
【図1】



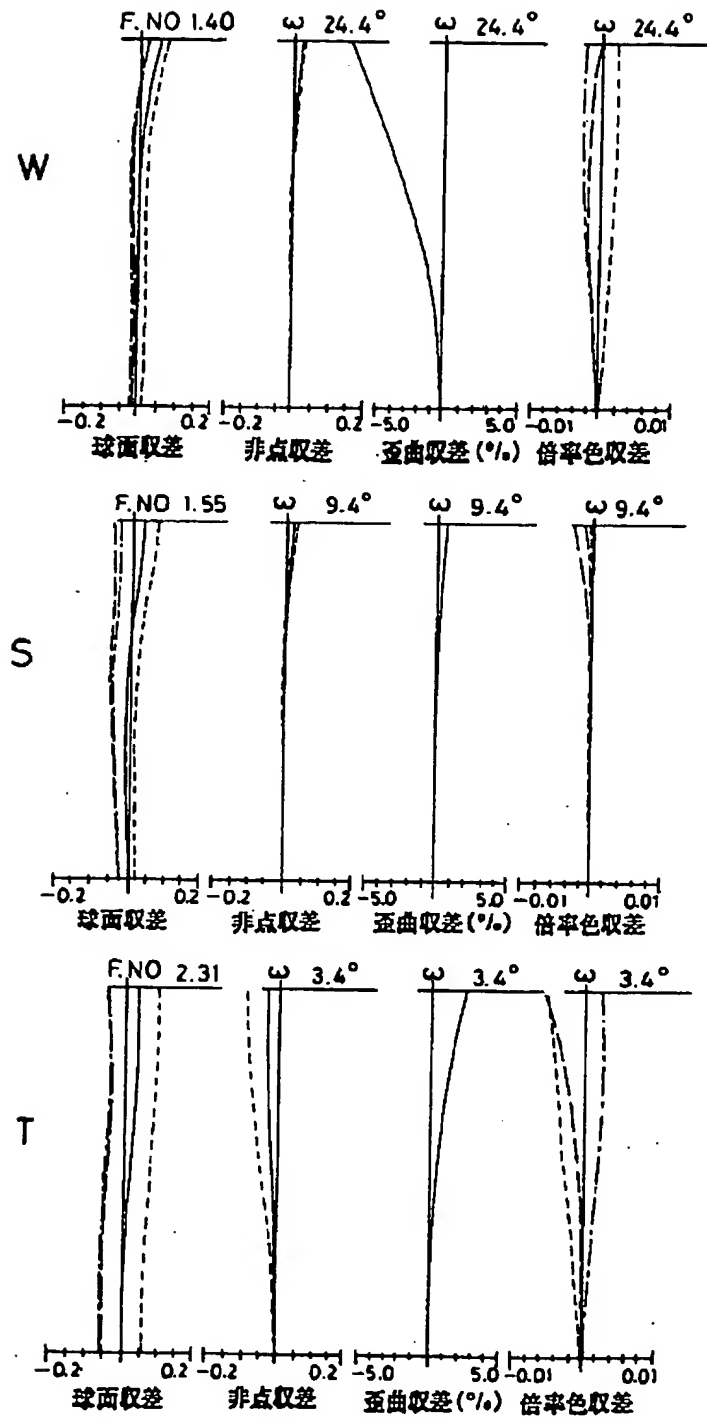
【図 2】



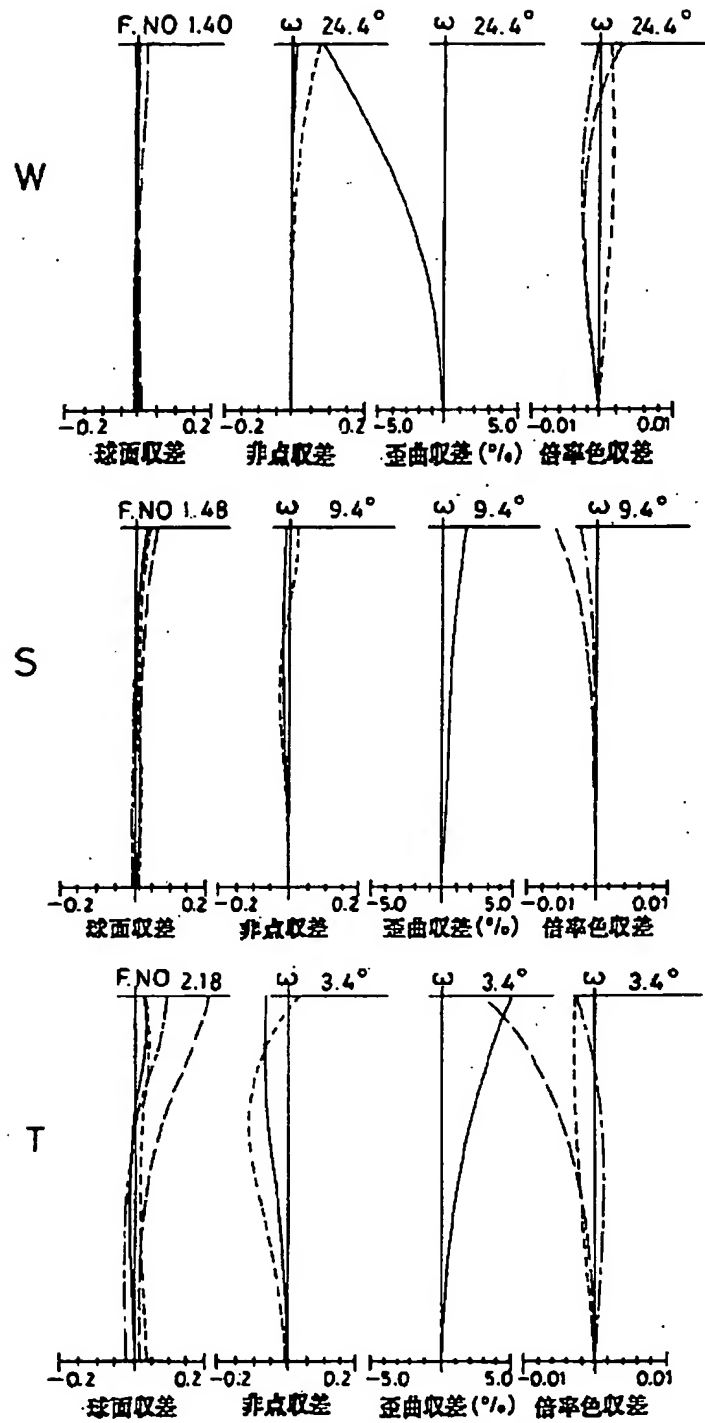
【図3】



【圖4】



【図 5】



【圖 6】

